

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 252
Ημερομηνία 23-2-09

**Μελέτη της αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια του
βαμβακιού στην Καρδίτσα. Η επίδραση διαφορετικών
τύπων, δόσεων, και χρόνου εφαρμογής.**



Ζαϊντούδης Δημήτρης

Πτυχιακή Διατριβή που υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής
Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
ως μερική υποχρέωση για τη λήψη πτυχίου του γεωπόνου.

Βόλος 2009



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7089/1
Ημερ. Εισ.: 10-04-2009
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2009
ΖΑΪ

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



Ζαϊντούδης Δημήτρης

**Μελέτη της αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια του βαμβακιού
στην Καρδίτσα. Η επίδραση διαφορετικών τύπων, δόσεων, και
χρόνου εφαρμογής.**

Εξεταστική Επιτροπή

Δαναλάτος Ν.
Επιβλέπων,
Καθηγητής
Γεωργίας

Τζώρτζιος Σ.
Καθηγητής
Βιομετρίας

Δημήρκου Α.
Καθηγήτρια
Εδαφολογίας

Βόλος 2009

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ.Ν.Γ. Δαναλάτο για την υπόδειξη του θέματος, την παροχή βιβλιογραφίας, την καθοδήγηση και τις υποδείξεις – διορθώσεις για την σύνταξη της πτυχιακής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ. Τζώρτζιο Στέργιο Καθηγητή Βιομετρίας και την κ. Δημήρκου Ανθή Αν. Καθηγήτρια Εδαφολογίας, του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις χρήσιμες υποδείξεις και διορθώσεις της πτυχιακής εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον Γεωπόνο, Αρχοντούλη Σωτήρη M.Sc., για όλη τη βοήθεια και τις συμβουλές που μου πρόσφερε για την περάτωση των εργασιών της πτυχιακής μου.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Μπαρτζιάλη Δημήτριο Διδάκτορα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, τον Διδάκτορα Γάτσιο Φώτη του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας όπως επίσης και τον Κορκόβελο Αθανάσιο Διδάκτορα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την βοήθεια τους και για τις σημαντικές και χρήσιμες συμβουλές τους.

Θεωρώ επίσης υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω όλους όσους με οποιονδήποτε τρόπο συνέβαλαν στην ολοκλήρωση και καλή παρουσίαση της προπτυχιακής διατριβής μου και οπωσδήποτε τους συμφοιτητές μου και γεωπόνους Τσαλίκη Δημήτρη, Καλιονάκη Κωστή και τον οικονομολόγο Ζαιντούδη Θοδωρή για την αμέριστη συμπαράσταση και βοήθεια που μου έχουν προσφέρει.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου οι οποίοι συμβάλουν στο μέγιστο για την ολοκλήρωση των σπουδών μου και την απέραντη συμπαράσταση και αγάπη που μου προσφέρουν για την επίτευξη των στόχων μου.

**Αφιερώνεται στους γονείς μου, οι οποίοι
έχουν στερηθεί τα πάντα για τα 2 παιδιά τους**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....5

1.Εισαγωγή.....6

 Γενικά Στοιχεία.....6

 Στάδια Ανάπτυξης του Βαμβακιού.....7

 Παράγοντες που επιρεάζουν την ανάπτυξη του βαμβακιού.....9

 Λίπανση-Σημασία των μακροστοιχείων και των ιχνοστοιχείων.....9

 Σκοπός της εργασίας..... 15

2.Υλικά και μέθοδοι.....16

 Περιγραφή τοποθεσίας και εδάφους.....16

 Προετοιμασία του αγρού και διαδικασίες.....16

 Πειραματικά σχέδια.....18

 Επιλογή ποικιλιών.....22

 Εφαρμογή άρδευσης.....23

 Μεθοδολογία.....25

 Στατιστική ανάλυση.....25

 Κλιματικές συνθήκες.....26

3.Αποτελέσματα-Συμπεράσματα.....35

 Βασική λίπανση (Πείραμα Α) (2006).....35

 Βασική λίπανση (Πείραμα Α) (2007).....37

 Επιφανειακή λίπανση (Πείραμα Β) (2006).....38

 Επιφανειακή λίπανση (Πείραμα Β) (2007).....40

4.Βιβλιογραφία.....43

5.Παράρτημα.....44

Πρόλογος

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση των αποδόσεων βαμβακιού με α) διαφορετικούς τύπους λιπασμάτων (παραδοσιακά σε αντιδιαστολή με τα λιπάσματα COMPO) και β) διαφορετικά επίπεδα εφαρμογής (0, 40, 80 και 120 kg N/ha). Για αυτή τη μελέτη, τέθηκαν σε εφαρμογή δυο πειράματα σε δυο διαδοχικές χρονίες στον Παλαμά (συνολικά 4 πειράματα). Το πρώτο πείραμα εστίασε στην επίδραση της εφαρμογής της βασικής λίπανσης και το δεύτερο εστίασε στην επίδραση της επιφανειακής λίπανσης (ντρεσαρίσματος) στην τελική απόδοση βαμβακιού. Τα πειράματα έγιναν στον Παλαμά της Καρδίτσας (δυτική Θεσσαλία). Αυτή η πτυχιακή εργασία λοιπόν παρέχει τα αποτελέσματα των ετών 2006-2007 που έγιναν στον Παλαμά.

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά Στοιχεία

Το βαμβάκι είναι φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών και καλλιεργείται από τους προϊστορικούς χρόνους. Σε ανασκαφές που έγιναν στην Ινδία βρέθηκαν υπολείμματα υφασμάτων από βαμβάκι που υπολογίζονται γύρω στο 3000 π.Χ. Στην Ελλάδα πρωτοήρθε από την Ασία κατά την εποχή του Μ. Αλεξάνδρου γύρω στο 325 π.Χ. Η καλλιέργειά του στη συνέχεια εξαπλώθηκε στις άλλες ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου. Τα χρόνια εκείνα το βαμβάκι αναφερόταν ως δέντρο, γεγονός που αποδεικνύει ότι καλλιεργούσαν δενδροειδείς ποικιλίες βαμβακιού. Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα αναφέρεται από τον Πausανία το 2 μ.Χ. αιώνα με την ονομασία 'βύσσος'. Η καλλιέργεια, επεκτάθηκε σε μεγάλη κλίμακα γύρω στο 550 μ.Χ.

Το βαμβάκι ανήκει στο γένος *Gossypium* της οικογένειας *Malvaceae* το οποίο περιλαμβάνει 49 είδη (Brubaker et al., 1999). Το είδος *Gossypium hirsutum* L., με μήκος ίνας 22,5-29mm, είναι το κυρίως καλλιεργούμενο είδος σήμερα (90% της παγκόσμιας παραγωγής) και ακολουθεί το είδος *barbadense* (κυρίως στην Αίγυπτο).

Το βαμβάκι αποτελούσε μέχρι σήμερα για την Ελλάδα τη δυναμικότερη εκτατική καλλιέργεια με μεγάλη σημασία για την αγροτική και εθνική οικονομία (Δαναλάτος, 2005). Η έκταση που καλλιεργείται είναι περίπου 4 εκατομμύρια στρέμματα, με ετήσια παραγωγή τους 1.000.000 τόνους σύσπορου. Το ενδιαφέρον των παραγωγών εστιάζεται στην αύξηση της στρεμματικής απόδοσης και μείωσης του κόστους παραγωγής.

Οι βλαστοί του φυτού διακλαδώνονται φτάνοντας σε ύψος έως και 150 εκατοστά αλλά και τα 6 μέτρα στις δενδροειδείς ποικιλίες (καλλιεργούμενες ποικιλίες). Έχει φύλλα με μακρύ μίσχο, μεγάλα και με έλασμα. Στη βάση του μίσχου βρίσκονται δύο μικρά παράφυλλα συνήθως οδοντωτά. Τα άνθη βγαίνουν από τις μασχάλες των φύλλων και είναι μεγάλα, μοναχικά και παράγονται από ανθοφόρους οφθαλμούς. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί στην αρχή μοιάζουν με μικρές πυραμίδες, και στο στάδιο αυτό τα άνθη του λέγονται κοινώς χτένια. Ο καρπός του είναι κάψα και έχει 8-10 σπόρια που

περιβάλλονται από λευκές ίνες. Οι ώριμες ίνες αποτελούνται κατά μεγάλο ποσοστό από κυτταρίνη. Σήμερα το βαμβάκι καλλιεργείται σε πολλές χώρες της γης αλλά το μεγαλύτερο τμήμα της παραγωγής προέρχεται από το βόρειο ημισφαίριο, (Δαναλάτος, 2005).

1.2 Στάδια Ανάπτυξης του Βαμβακιού

Στην Ελλάδα το βαμβάκι, προκειμένου, να συμπληρώσει το βιολογικό του κύκλο, χρειάζεται περί τις 170–210 ημέρες (σπορά έως συγκομιδή), ανάλογα με την ποικιλία και με τις εδαφο-κλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής (Δαναλάτος, 2005).

Συνοπτικά, τα στάδια ανάπτυξης του βαμβακιού σύμφωνα με τη διεθνή ταξινόμηση είναι τα παρακάτω (*cf. BBCH code, Meier, 2001*).

Στάδιο 00–09: Φύτρωμα σπόρου (αρχίζει με τη σπορά του σπόρου και τελειώνει όταν οι κοτυληδόνες είναι πλήρως αναπτυγμένες).

Στάδιο 10–19: Δημιουργία φύλλων (τελειώνει όταν το κύριο στέλεχος έχει 9 η περισσότερα φύλλα)

Στάδιο 20–29: Δημιουργία διακλαδώσεων (τελειώνει όταν το κύριο στέλεχος έχει 9 η περισσότερες διακλαδώσεις)

Στάδιο 30–39: Αύξηση βλαστού (τελειώνει όταν το έδαφος καλυφτεί πλήρως από τη φυλλοστοιβάδα)

Στάδιο 50–59: Δημιουργία ανθοφόρων οφθαλμών (αρχίζει με τη δημιουργία του 1^{ου} χτενιού και τελειώνει όταν αρχίζουν να εμφανίζονται τα πέταλα)

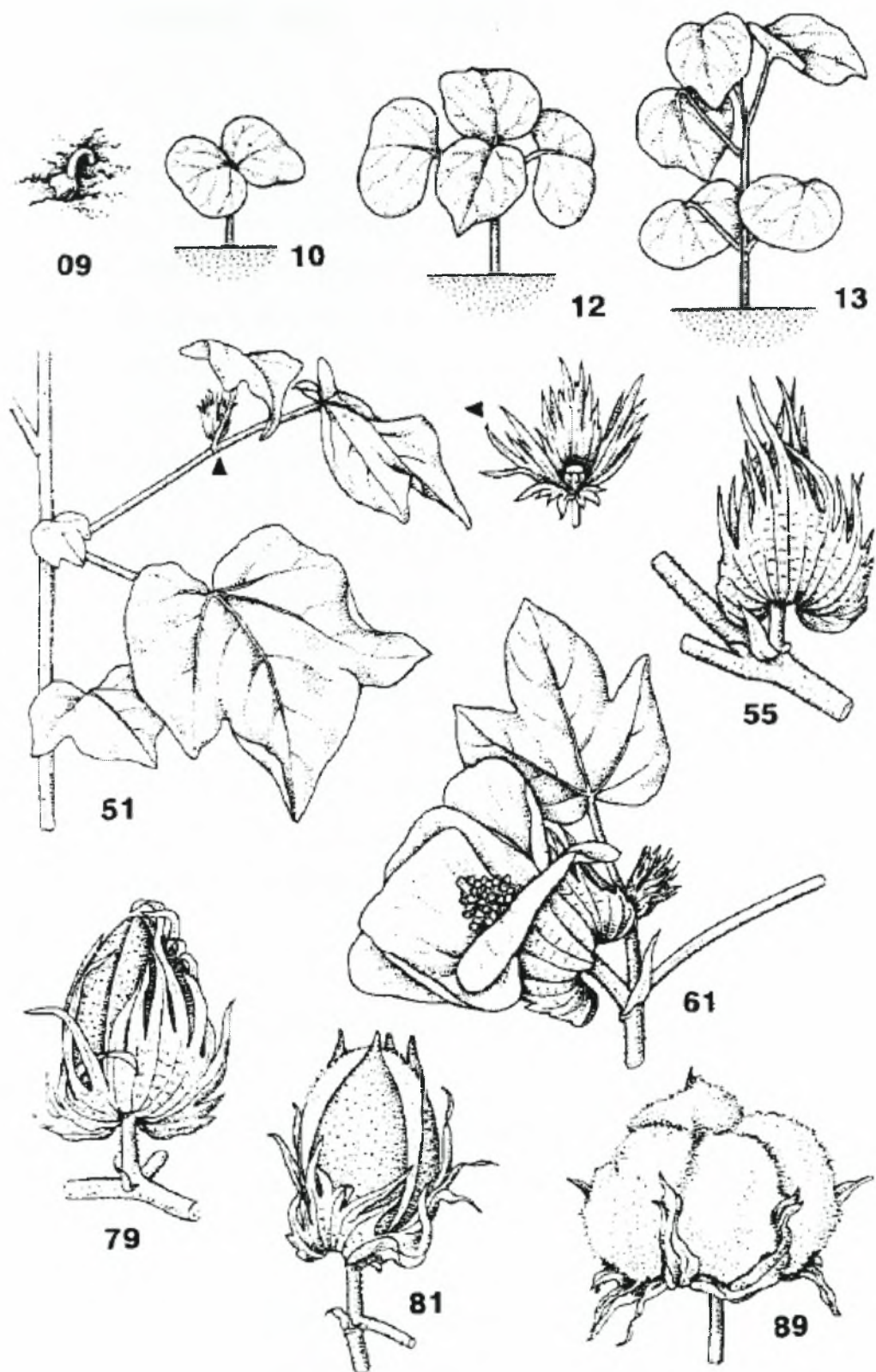
Στάδιο 60–69: Ανθοφορία (η φάση ολοκληρώνεται με το τέλος της ανθοφορίας)

Στάδιο 70–79: Δημιουργία καρυδιών (η φάση ολοκληρώνεται όταν το 80% των καρυδιών έχουν φτάσει στο τελικό μέγεθος)

Στάδιο 80–89: Ωρίμανση καρυδιών (η φάση ολοκληρώνεται όταν το 90% των καρυδιών έχουν ανοίξει)

Στάδιο 90–99: Γήρανση (η φάση αρχίζει όταν το 10% των φύλλων έχουν χάσει το χρώμα του ή έχουν πέσει στο έδαφος, και ολοκληρώνεται με τη συγκομιδή του προϊόντος)

(Meier U, 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants BBCH Monograph. 2nd edition, 158 pp.)



Εικ. 1. Γραφική απεικόνιση ορισμένων σταδίων ανάπτυξης του βαμβακιού σύμφωνα με τη διεθνή κατάταξη (*Meier 2001*).

1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του βαμβακιού

Οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη και την αύξηση του βαμβακιού είναι οι παρακάτω: α) κλιματικοί παράγοντες (θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, διοξείδιο του άνθρακα), β) εδαφικοί παράγοντες (διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους, γ) εισροές (άρδευση, λίπανση), δ) επιλογή ποικιλίας, ε) καλλιεργητικές τεχνικές (πυκνότητα φύτευσης, εποχή σποράς). Οι παρακάτω παράγοντες καθορίζουν το δυναμικό παραγωγής του βαμβακιού, σε αγρούς πλήρως απαλλαγμένους από ζιζάνια)

Το βαμβάκι είναι φυτό που οι απαιτήσεις του σε θρεπτικά στοιχεία είναι μέτριες. Μεγάλο μέρος των θρεπτικών στοιχείων που απαιτούνται για την ανάπτυξη των φυτών, επιστρέφουν στο έδαφος μετά το τέλος της καλλιέργειας, με τις ρίζες, τα στελέχη, τα φύλλα και τις κάψες. Εκτός από τα μακρόστοιχεία (N, P, K), το βαμβάκι χρειάζεται και μικροστοιχεία ή ιχνοστοιχεία όπως μαγνήσιο, ασβέστιο, θείο, ψευδάργυρο, χαλκό και βόριο (Μήτσιος, 2004). Οι μεγαλύτερες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία παρουσιάζονται κατά το στάδιο της ανθοφορίας.

1.4 Λίπανση-Σημασία των μακροστοιχείων και των ιχνοστοιχείων

Η λίπανση είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες που συντελούν στην αύξηση των αποδόσεων και τη βελτίωση της ποιότητας του συγκομισμένου προϊόντος.

Η λίπανση δεν αποτελεί ξεχωριστό κομμάτι της βαμβακοκαλλιέργειας, απλά είναι ένα κομμάτι της αλυσίδας της τεχνικής της καλλιέργειας του βαμβακιού. Τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκαν μεγάλες αλλαγές στην παραγωγή του βαμβακιού, στη χώρα μας, όπως:

- Υψηλότερες αποδόσεις
- Μονοκαλλιέργεια, εντατική χρήση εδαφών

- Χρήση ρυθμιστών αύξησης και αποφυλλωτικών
- Άρδευση με σταγόνες
- Απαίτηση της αγοράς για ποιοτικό βαμβάκι
- Εκμηχάνιση καλλιέργειας
- Απαίτηση για μείωση του κόστους παραγωγής

Αζωτο (N)

Το άζωτο είναι το βασικότερο θρεπτικό συστατικό γιατί συντελεί στην ανάπτυξη του φυτού, αυξάνει τον αριθμό χτενιών, λουλουδιών και καρυδιών, αυξάνει το βάρος του σπόρου και του καρυδιού, μειώνει την αναλογία λαδιού σε σχέση με τις πρωτεΐνες στο σπόρο και γενικά αυξάνει τη στρεμματική απόδοση (*Χρηστίδης 1965, Δαναλάτος, 2005*).

Αποτελεί το πιο σημαντικό θρεπτικό στοιχείο για το βαμβάκι. Το ύψος που θα έχουν τα φυτά και η απόδοση σε σύσπορο επηρεάζονται σημαντικά από το άζωτο. Είναι βασικό συστατικό των πρωτεϊνών, που διαδραματίζουν σημαντικότερο ρόλο στις διαδικασίες της αναπνοής και φωτοσύνθεσης. Οι ανάγκες του βαμβακιού σε θρεπτικά γενικά, αλλά ειδικότερα σε άζωτο αρχίζουν να αυξάνονται μετά την 40ή μέρα από το φύτευμα (περίπου, αναλόγως της θερμοκρασίας). Το άζωτο βρίσκεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στα φύλλα πριν από την άνθηση, αλλά μετά την έναρξη της καρποφορίας οι μεγάλες συγκεντρώσεις εμφανίζονται στο σπόρο (3πλάσιες από αυτές στα στελέχη).

Μέχρι τις αρχές Αυγούστου, το άζωτο είναι συσσωρευμένο κατά κύριο λόγο στα φύλλα (συντελεί στην αύξηση του φωτοσύνθεσης). Με την έναρξη όμως του σχηματισμού των καρυδιών, το άζωτο κατανέμεται περισσότερο προς τα όργανα καρποφορίας. Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου τα καρύδια συγκεντρώνουν το 52% του ολικού αζώτου.

Παρόλα αυτά, μεγάλες ποσότητες αζώτου δρουν αρνητικά, αφού συμβάλλουν στη μεγάλη βλαστική ανάπτυξη (βλαστομάνια), στην οψίμιση, στη μειωμένη καρποφορία και στην ευκολότερη προσβολή από εχθρούς και ασθένειες.

(*Δαναλάτος, 2005*)

Συμπτώματα έλλειψης αζώτου

Επειδή το άζωτο αποτελεί βασικό συστατικό του φυτού, η έλλειψη προκαλεί καχεξία και μείωση του ύψους του. Τα φύλλα γίνονται στην αρχή κίτρινα και αργότερα, καθώς ακολουθεί πρόωρη γήρανση γίνονται κοκκινωπά. Το στέλεχος των φυτών είναι αδύνατο και τα φυτά δεν αναπτύσσουν πλάγια διακλάδωση. Επίσης παρατηρείται και πτώση χτενιών στο έδαφος.

Το άζωτο στο έδαφος

Το άζωτο πρέπει να εφαρμόζεται με ορθολογιστικό τρόπο, δηλαδή με τις πραγματικές ανάγκες του φυτού και τη διαθεσιμότητα. Μάλιστα στην Αμερική, οι παραγωγοί το πρώτο πράγμα που ελέγχουν είναι αν τα επίπεδα του αζώτου είναι ικανοποιητικά για την αναμενόμενη απόδοση. Το άζωτο βρίσκεται σε δύο μορφές, NO_3^- - N νιτρικό άζωτο, αρνητικά φορτισμένο και $(\text{NH}_4^+ - \text{N})$, θετικά φορτισμένο. Τα σωματίδια του εδάφους (άργιλος) είναι αρνητικά φορτισμένα. Όπως είναι γνωστό, το θετικό έλκεται από το αρνητικό, σαν μαγνήτης. Πάνω σε αυτόν τον κανόνα στηρίζεται ολόκληρη η επιστήμη που μελετάει τη δράση των λιπασμάτων στο έδαφος. (Μήτσιος, 2004). Το νιτρικό λοιπόν άζωτο δεν προσκολλάται στο έδαφος. Το φυτό επίσης προτιμάει να απορροφάει το νιτρικό άζωτο. Γι' αυτό το λόγο τα λιπάσματα που περιέχουν πολύ νιτρικό άζωτο, δρουν ταχύτατα. Το αμμωνιακό είναι θετικά φορτισμένο άζωτο, με αποτέλεσμα να "κολλάει" στο έδαφος. Έτσι, δεν ξεπλένεται εύκολα και έχει μεγάλη διάρκεια δράσης. Τα δυο είδη βακτηρίων, τα *Nitrosomonas* και *Nitrobacter* τρέφονται με αμμωνιακό άζωτο και το μετατρέπουν σε νιτρικό άζωτο (το αγαπημένο άζωτο των φυτών). Η διαδικασία ολόκληρη αποτελεί τη βάση της θρέψης των φυτών και ονομάζεται νιτροποίηση. Το άριστο περιβάλλον για τη νιτροποίηση είναι το pH 5,5 - 7,8. Όταν το έδαφος έχει pH έξω από αυτά τα όρια, η διαδικασία της νιτροποίησης είναι αργή. Η ουρία είναι μια άλλη μορφή αζώτου, η οποία ακολουθεί τον ίδιο δρόμο με το αμμωνιακό άζωτο.

Περιορισμοί στη χρήση του αμμωνιακού αζώτου

Σε εδάφη με υψηλό pH, π.χ. πάνω από 8, το αμμωνιακό αντί να μετατραπεί σε νιτρικό μετατρέπεται σε αμμωνία, το γνωστό αέριο, το οποίο δεν μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά. Σε $\text{pH} = 8$, η ποσότητα της σχηματισμένης αμμωνίας είναι 10 φορές μεγαλύτερη από ό,τι σε $\text{pH} = 7$, ενώ σε $\text{pH} = 9$ η αμμωνία είναι 100 φορές περισσότερη από ό,τι σε $\text{pH} = 7$. Αν, για παράδειγμα, ρίξουμε ένα νιτρικό λίπασμα σε αλατούχο έδαφος, θα έχουμε απώλειες από εξαέρωση αμμωνία, από 3% έως 10%, ενώ αν ρίξουμε θειικό αμμώνιο οι απώλειες θα είναι 35-45%. Χρειάζεται συνεπώς ιδιαίτερη προσοχή στα αλατούχα ή νατριομένα εδάφη με pH υψηλότερο του 8.

Εδαφολογική ανάλυση

Η εδαφολογική ανάλυση για το άζωτο δεν έχει μεγάλη αξία, δεδομένης της κινητικότητας που παρουσιάζει αυτό το στοιχείο. Παρόλα αυτά, καλό είναι να γίνεται κοντά στη σπορά. Από τη συγκέντρωση των νιτρικών που θα προσδιοριστούν στο έδαφος και από την αναμενόμενη απόδοση μπορεί να καθοριστεί η λίπανση που θα εφαρμοστεί, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα1.

Πίνακας 1. Προτεινόμενες δόσεις N που πρέπει να εφαρμοστούν, σύμφωνα με την αναμενόμενη απόδοση και την περιεκτικότητα του εδάφους σε άζωτο.

Επίπεδα N στο έδαφος (kg/στρ)	Αναμενόμενη απόδοση σε σύσπορο (kg/στρ).					
	250	300	350	400	450	500
	Κιλά N που πρέπει να εφαρμοστούν για τις άνω αποδόσεις					
3	9	12	15	18	21	24
5	5	8	11	14	17	20
7	1	4	7	10	13	16
9	0	0	3	6	9	12
11	0	0	0	2	5	8
13	0	0	0	0	1	4
15	0	0	0	0	0	0

Για τη δειγματοληψία, πρέπει να συλλεχθούν για κάθε δυο στρέμματα σχεδόν ένα δείγμα. Τα δείγματα αναμιγνύονται και για κάθε 20 στρέμματα εκτελείται μια χημική ανάλυση. Έτσι επιτυγχάνεται "αντιπροσωπευτικό" δείγμα του αγρού καλλιέργειας. Σε μερικές περιοχές το νερό της άρδευσης περιέχει νιτρικά σε υψηλές συγκεντρώσεις. Εάν, για παράδειγμα, προσδιοριστεί συγκέντρωση 1 ppm νιτρικών είναι σαν να εφαρμόζεται 700 gr αζώτου με λίπασμα. Καλό είναι λοιπόν να ελέγχεται και το νερό της περιοχής, (Δαναλάτος, Δημοσίευτα αποτελέσματα).

Φώσφορος (P)

Ο φώσφορος συμβάλλει στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και βοηθάει στην πρωίμιση της παραγωγής του βαμβακιού. Λιπάνσεις με υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου δεν προκαλούν κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα στην καλλιέργεια του βαμβακιού. Τα φωσφορικά ιόντα όμως θεωρούνται ρύποι, για το έδαφος κυρίως αφού συγκρατούνται ισχυρά από αυτό, και είναι το κύριο αίτιο για το φαινόμενο του ευτροφισμού, μαζί με τα νιτρικά ιόντα, σε κλειστούς υδάτινους σχηματισμούς όπως λίμνες ή θαλάσσιοι κόλποι (Μήτσιος, 2004).

Κάλιο (Κ)

Το Κάλιο είναι το τρίτο απαραίτητο μακροστοιχείο για την ανάπτυξη και αύξηση του βαμβακιού. Το κάλιο ρυθμίζει το άνοιγμα και το κλείσιμο των στομάτων και κατά συνέπεια του ρυθμούς φωτοσύνθεσης και διαπνοής.

Μικροστοιχεία

Όπως όλα τα φυτά έτσι και το βαμβάκι έχει ανάγκες από τη χρήση μικροστοιχείων, τα οποία εφαρμόζονται ταυτόχρονα με την βασική λίπανση ή ως διαφυλλική λίπανση. Οι ποσότητες που χρειάζεται είναι μικρότερες από τις ποσότητες των βασικών τριών θρεπτικών στοιχείων. Η λίπανση μιας καλλιέργειας βαμβακιού χρειάζεται μεγάλη προσοχή στον υπολογισμό των ποσοτήτων των λιπασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν, γιατί τυχόν υπερβολικές ποσότητες θα προκαλέσουν ανεπιθύμητα φαινόμενα περίσσειας. Αυτά τα φαινόμενα οδηγούν σε μείωση της απόδοσης και της ποιότητας του συγκομιζόμενου προϊόντος όπως επίσης και στη ρύπανση του εδάφους και των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Ποσότητες Λιπασμάτων

Ο υπολογισμός των ποσοτήτων των λιπασμάτων που θα εφαρμοστούν σε μια καλλιέργεια βαμβακιού αλλά και σε κάθε καλλιέργεια εξαρτάται από τους κατωτέρω παράγοντες και συνθήκες.

1. Ιστορικό αγρού
2. Στόχος παραγωγής (διαθεσιμότητα νερού)
3. Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους και των μητρικών πετρωμάτων
4. Περιβαλλοντικές και καλλιεργητικές συνθήκες
5. Ποικιλία της καλλιέργειας βαμβακιού

Οι τύποι των λιπασμάτων που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι:

16-20-0	26-0-0	20-10-10
20-10-0	21-0-0	0-20-0
33.5-0-0	45-0-0	0-21-0.

1.5 Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των αποδόσεων βαμβακιού με εφαρμογή διαφορετικών τύπων λιπασμάτων (παραδοσιακά π.χ. 20-10-10 σε αντιδιαστολή με τα λιπάσματα COMPO) σε διάφορα επίπεδα εφαρμογής (0, 40, 80 και 120 kg N/ha), σε διαφορετικές χρονικές περιόδους εφαρμογής (βασική έναντι επιφανειακής λίπανση). Για αυτή τη μελέτη, εγκαταστάθηκαν 2 πειράματα σε μια αντιπροσωπευτική περιοχή καλλιέργειας βαμβακιού στην πεδιάδα της Θεσσαλίας και η χρονική διάρκεια ήταν 2 έτη. Η παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε από την εταιρεία λιπασμάτων COMPO HELLAS.

2. Υλικά & μέθοδοι

2.1 Περιγραφή τοποθεσίας και εδάφους

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στον Παλαμά της Καρδίτσας (δυτική Θεσσαλική πεδιάδα), το 2006 και το 2007. Η πειραματική τοποθεσία ευρίσκεται σε 39⁰25' Β και 22⁰05' Α, με υψόμετρο 107 m. Το υπό μελέτη έδαφος είναι ατελώς στραγγισμένο, ασβεστολιθικό (pH = 8-8.2) γόνιμο, με άμμο, ιλύ και πηλό (άμμος 40-42%, ιλύς 40-41%, πηλός 18-19%) που σχηματίστηκε από πρόσφατες προσχωματικές αποθέσεις και αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο μέρος της δυτικής Θεσσαλικής πεδιάδας. Το έδαφος περιέχει στρώμα υπογείου ύδατος που κυμαίνεται από κάπου 150 cm (το Μάιο) μέχρι 400 cm ή βαθύτερα (αργότερα το καλοκαίρι) από την επιφάνεια του εδάφους και ταξινομείται ως Aquic Xerofluent σύμφωνα με την USDA (1975). Το έδαφος αποστραγγίζεται τεχνητά και έχει οργανική ουσία μεγαλύτερη από 1% σε βάθος 50 cm.

2.2 Προετοιμασία του αγρού και διαδικασίες

Τα τελευταία 4 χρόνια, ο αγρός του πειράματος ήταν καλλιέργεια βαμβακιού με εφαρμογή λίπανσης (περίπου 20 κιλά/στρ από 20-10-10). Οι καλλιεργητικές φροντίδες που έγιναν κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου μαζί με κάποιες βασικές παρατηρήσεις συνοψίζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Καλλιεργητικές φροντίδες με χρονολογική σειρά στον Παλαμά κατά τη διάρκεια του 2006/2007.

Δράσεις/Παρατηρήσεις	Ημέρα του Έτους
1 ^η Καλλιεργητική Περίοδος	2006
Βαθύ όργωμα (σε βάθος 30 εκατ.)	15/11/2005
Σβάρνισμα με δίσκο (x 4)	14/05/2006
Εφαρμογή ζιζανιοκτόνου (Trifuralin)	15/05/2006
Εφαρμογή βασικής λίπανσης	16/05/2006

Σβάρνισμα με δίσκο (x 1)	16/05/2006
Σπορά	16/05/2006
Εμφάνιση του 50% του καρπού	19/05/2006
Εμφάνιση του 100% του καρπού	23/05/2006
Ελεγχος ζιζανίων (μηχανικός)	15/06/2006
Ελεγχος ζιζανίων (με το χέρι)	15/06/2006
Ελεγχος ζιζανίων (μηχανικός)	27/06/2006
Ελεγχος ζιζανίων (με το χέρι)	27/06/2006
Εγκατάσταση άρδευσης με στάλαξη	01/07/2006
Εφαρμογή ΡΙΧ (ανασχετικό ανάπτυξης)	15/07/2006
Συμπληρωματική Ν-λίπανση	25/07/2006
Τελική συγκομιδή	29/10/2006
2^η Καλλιεργητική Περίοδος	2007
Βαθύ όργωμα (σε βάθος 30 εκατ.)	17/12/2006
Σβάρνισμα με δίσκο (x 4)	10-17/04/2007
Εφαρμογή ζιζανιοκτόνου (Trifuralin)	26/04/2007
Εφαρμογή βασικής λίπανσης	26/04/2007
Σβάρνισμα με δίσκο (x 1)	26/04/2007
Σπορά	27/ 04/2007
Εμφάνιση του 50% του καρπού	5/05/2007
Εμφάνιση του 100% του καρπού	7/05/2007
Ελεγχος ζιζανίων (μηχανικός)	2/06/2007
Ελεγχος ζιζανίων (με το χέρι)	4/06/2007
Εγκατάσταση άρδευσης με στάλαξη	1/07/2007
Συμπληρωματική Ν-λίπανση	11/07/2007
Τελική συγκομιδή	19/10/2007

Οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν ήταν σύμφωνες με τις τοπικές (αγροτικές) πρακτικές. Το 2006, η τελική συγκομιδή καθυστέρησε για περίπου 2-3 εβδομάδες (σε σύγκριση με μια μέση χρονιά) λόγω των δυσμενών κλιματικών συνθηκών (βροχοπτώσεις), που προέκυψαν στην περιοχή (βλέπε παρακάτω). Επίσης το 2006, η εφαρμογή του ανασχετικού της φυτικής ανάπτυξης (ΡΙΧ) είναι κοινή πρακτική σε αυτή την περιοχή, με σκοπό να σταματήσει την περεταίρω βλαστική αύξηση του φυτού σε ύψος και να

επιμερίσει τις αφομοιώσεις υδατανθράκων που παράγονται σε άλλα μέρη του φυτού (όργανα καρποφορίας).

2.3 Πειραματικά σχέδια

Για αυτή τη μελέτη πραγματοποιήθηκαν δυο πειράματα, εκ των οποίων το πρώτο εστιάζει στην επίδραση της βασικής λίπανσης, ενώ το δεύτερο στην επίδραση της συμπληρωματικής λίπανσης, στην αύξηση και παραγωγικότητα του βαμβακιού.

Το πρώτο πείραμα σε αγρό έγινε με πλήρως τυχαιοποιημένο σχεδιασμό (RCD) σε τέσσερα επαναλήψεις (συνολικά 32 τεμάχια, 36 m² ανά τεμάχιο). Οι μεταχειρίσεις της λίπανσης είναι οι παρακάτω:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Παραδοσιακή λίπανση | με 50 kg P, 50 kg K και 0 kg N ha ⁻¹ |
| 2. Παραδοσιακή λίπανση | με 50 kg P, 50 kg K και 40 kg N ha ⁻¹ |
| 3. Παραδοσιακή λίπανση | με 50 kg P, 50 kg K και 80 kg N ha ⁻¹ |
| 4. Παραδοσιακή λίπανση | με 50 kg P, 50 kg K και 120 kg N ha ⁻¹ |
| 5. Λίπανση COMPO | με 50 kg P, 50 kg K και 0 kg N ha ⁻¹ |
| 6. Λίπανση COMPO | με 50 kg P, 50 kg K και 40 kg N ha ⁻¹ |
| 7. Λίπανση COMPO | με 50 kg P, 50 kg K και 80 kg N ha ⁻¹ |
| 8. Λίπανση COMPO | με 50 kg P, 50 kg K και 120 kg N ha ⁻¹ |

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτά τα πειράματα αγρού ήταν τα ακόλουθα:

1. Παραδοσιακά λιπάσματα: NPK: 20-10-10, P: 0-46-0, K: 0-0-50
2. Λιπάσματα COMPO: N: 21-0-0, PK: 0-20-20

Λεπτομερής περιγραφή αυτού του πειραματικού πλήρως τυχαιοποιημένου σχεδιασμού (RCD) παρέχεται στο Σχήμα 1.

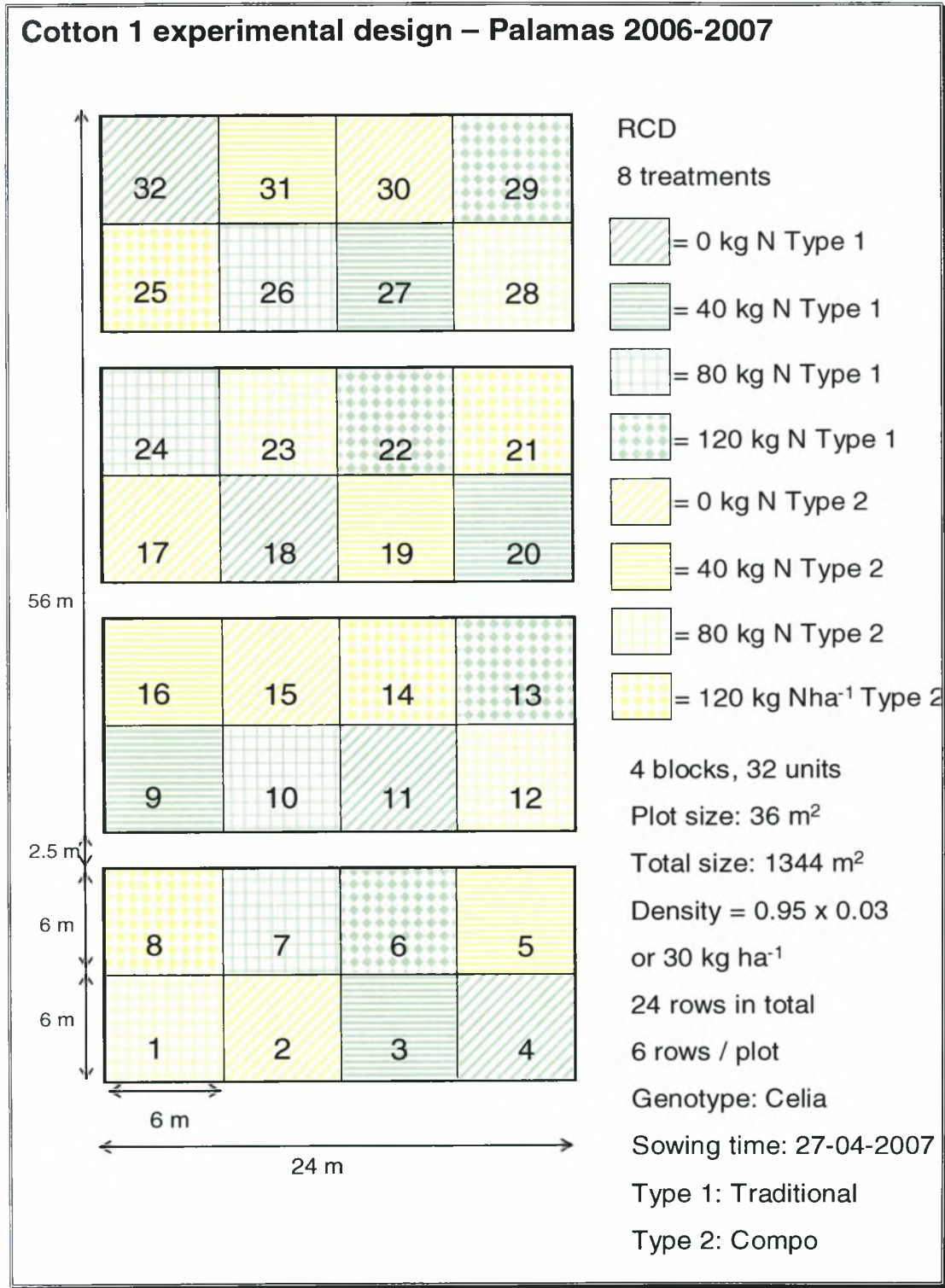
Το δεύτερο πείραμα ήταν ένα split plot (2 x 4 x 2) σε 4 επαναλήψεις (συνολικά 64 τεμάχια, 18 m² ανά τεμάχιο). Οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν: α) κύριος παράγοντας: Ποικιλία (Celia και Fantom) , β) υπο-παράγοντας:

Επίπεδο αζωτούχου λίπανσης (0, 40, 80, 120 kg N ha⁻¹) και γ) υπο-υπο-παράγοντας: Τύπος λιπάσματος (Παραδοσιακός και Compro).

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το πείραμα ήταν (P: 0-46-0, K: 0-0-50, N: 33.5-0-0) για την παραδοσιακή λίπανση και (PK: 0-20-20, N⁺46-0-0) για την Compro λίπανση, αντίστοιχα. Η εφαρμογή της συμπληρωματικής N-λίπανσης έγινε χρησιμοποιώντας πλαστικά δοχεία, που περιελάμβαναν 16 l (λίτρα) νερό για κάθε εφαρμογή (η ποσότητα του λιπάσματος ήταν αναμειγμένη με το νερό). Λεπτομερής περιγραφή αυτού του πειράματος απεικονίζεται στο Σχήμα 2.

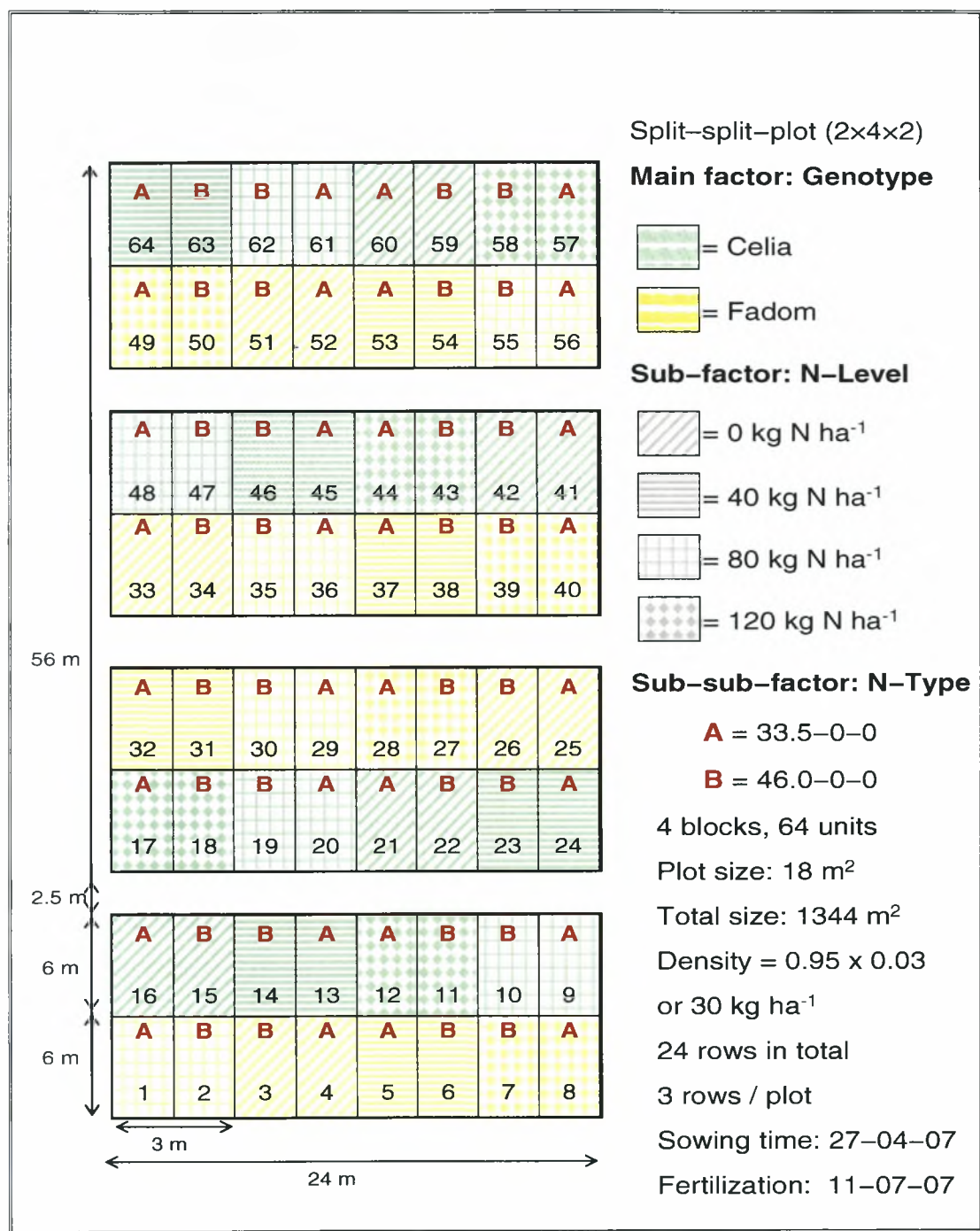
Μετεωρολογικά δεδομένα, όπως ακτινοβολία, θερμοκρασία, ταχύτητα ανέμου, βροχής και σχετική υγρασία καταγράφονταν κάθε μια ώρα από ένα αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό, που ήταν τοποθετημένος στα όρια του πειραματικού αγρού σε ύψος 2.5 μέτρων από το έδαφος.

ΠΕΙΡΑΜΑ Α



Σχήμα.1 Πειραματικό σχέδιο Α

ΠΕΙΡΑΜΑ Β



2.4 Επιλογή ποικιλιών

Και στα δυο πειράματα χρησιμοποιήθηκε η ποικ. Celia. Αυτή η ποικιλία είναι ευρέως γνωστή, μέτριας ωρίμανσης και χαρακτηρίζεται ως πολύ παραγωγική (αποδόσεις περίπου 400-450 κιλά/στρ) για τις συνήθεις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες αυτής της περιοχής. Είναι επίσης ανθεκτική στην ανδρομύκωση. Το φυτό είναι συμπαγές καθορισμένης ανάπτυξης, έχει ισχυρό κεντρικό βλαστό και δεν πλαγιάζει. Από το έτος 2000, η ποικιλία Celia αντιπροσωπεύει το 60-75% του συνόλου των αγρών καλλιέργειας βαμβακιού στην περιοχή του Παλαμά Καρδίτσας. Η ανωτέρω ποικιλία είναι του οίκου Bayer Crop Science.

Η δεύτερη ποικιλία, που επιλέχθηκε ήταν η Fantom, που χαρακτηρίζεται από συντομότερη περίοδο ανάπτυξης, συγκριτικά με την ποικ. Celia (2 εβδομάδες νωρίτερα) και από κάπως χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τη Celia. Πρώιμη ποικιλία, ανθεκτική στην ανδρομύκωση με εντυπωσιακό δυναμικό παραγωγής. Ορθόκλαδο φυτό με συγκεντρωμένη την καρποφορία γύρο από το κεντρικό στέλεχος. Συνιστάται η χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης. Είναι του οίκου Σπύρου Α.Ε.Β.Ε.

Το βάρος των 1000 σπόρων είναι: 106,5 και 87.2 γραμμάρια για τις ποικ. Celia και Fantom, αντίστοιχα. Πριν τη σπορά, και στις 2 ποικιλίες έγιναν έλεγχοι φυτρώτικης ικανότητας προκειμένου να καθοριστεί η ποσότητα σπόρου σποράς (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Στο Εργαστήριο Γεωργίας Π.Θ, οι μετρήσεις έδειξαν ότι η βλαστική ικανότητα των σπόρων είναι >95%.

(Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008. Οδηγός καλλιεργητικών φροντίδων αγριοαγκινάρας, ηλίανθου και σόργου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

2.5 Εφαρμογή άρδευσης

Η καλλιέργεια αρδεύτηκε στάγδην ανά τακτά χρονικά διαστήματα (6-7 ημέρες), σύμφωνα με τις τοπικές πρακτικές. Οι σταλακτιφόροι σωλήνες τοποθετήθηκαν σειρά παρά σειρά, με απόσταση σταλακτήρα 100 cm και παροχή περί τα 4 λίτρα νερού την ώρα(l/h). Στον Πίνακα 3, παρουσιάζονται τα δεδομένα των εφαρμογών άρδευσης. Πρέπει να επισημάνουμε ότι η εφαρμογή ΡΙΧ (ανασχετικό ανάπτυξης) έγινε πριν από την έναρξη της εφαρμογής άρδευσης το 2006. Η καλλιέργεια έφτασε σε ύψος περίπου 90 cm στα μέσα Ιουλίου, χωρίς πότισμα (2006).

Πίνακας 3. Η άρδευση (mm) που εφαρμόστηκε στον αγρό με βαμβάκι για το έτος 2006.

α/α	Ημερομηνία Άρδευσης	Πείραμα 1 (mm)	Πείραμα 2 (mm)
1	11/7/2006	0	0
2	20/7/2006	25	25
3	28/7/2006	63	63
4	30/7/2006	0	0
5	4/8/2006	21	21
6	12/8/2006	39	39
7	17/8/2006	42	42
8	25/8/2006	38	38
9	27/8/2006	0	0
10	1/9/2006	42	42
11	8/9/2006	35	35
Σύνολο			

Πίνακας 4. Η άρδευση (mm) που εφαρμόστηκε στον αγρό με βαμβάκι για το έτος 2007.

α/α	Ημερομηνία Άρδευσης	Πείραμα 1 (mm)	Πείραμα 2 (mm)
1	11/7/2007	67,5	67,5
2	21/7/2007	86,3	86,3
3	26/7/2007	45.0	0.0
4	1/8/2007	56,3	56,3
5	8/8/2007	86,1	86,1
6	16/8/2007	62,5	62,5
7	22/8/2007	75.0	75.0
8	30/8/2007	37.0	37.0
Σύνολο			

2.6 Μεθοδολογία

Ο κύριος στόχος της ερευνητικής εργασίας είναι ο προσδιορισμός των τελικών αποδόσεων του βαμβακιού κάτω από διαφορετικά επίπεδα λίπανσης και τύπους λιπασμάτων, και να διερευνήσει τις διαφορές ανάμεσα σε αυτές τις μεθόδους. Έτσι, μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως ύψος, δείκτης φυλλικής επιφανείας (LAI), ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) και χαρακτηριστικά παραγωγικότητας ανα φυτικό τμήμα (φύλλα, βλαστό, όργανα καρποφορίας) μελετήθηκαν ανα τακτά χρονικά διαστήματα (εμβαδόν δειγματοληψίας 2 m^2 / πειραματικό τεμάχιο), ένα μήνα μετά το φύτευμα έως και τη συγκομιδή. Η δειγματοληψία γινόταν περίπου κάθε 3 εβδομάδες. Το εμβαδόν της συγκομιδής ορίστηκε στα των 2 m^2 (με το χέρι) από εφαρμογή ανάλυσης συστηματικού σφάλματος δείγματος (bias analysis). Σε κάθε δειγματοληψία το νωπό βάρος του κάθε δείγματος ζυγιζόταν απ'ευθείας στο αγρό. Κατόπιν επιλεγόταν ένα υπόδειγμα το οποίο διαχωριζόταν στα διάφορα φυτικά δείγματα. Κάθε δείγμα μεταφέρονταν σε χαρτοσακούλα και τοποθετούνταν στο κλίβανο ξήρανσης για 2–4 ημέρες. Κατόπιν τα ξηρά δείγματα ζυγίζονταν με ζυγό ακριβείας. Στην περίπτωση των φύλλων, πριν την τοποθέτησή τους στο ξηραντήριο, γινόταν μέτρηση της επιφάνειας, προκειμένου να καθοριστούν οι δείκτες SLA και LAI. Δείγματα από την τελευταία κοπή κάθε έτους αναλύθηκαν για συγκεντρώσεις αζώτου στους ιστούς.

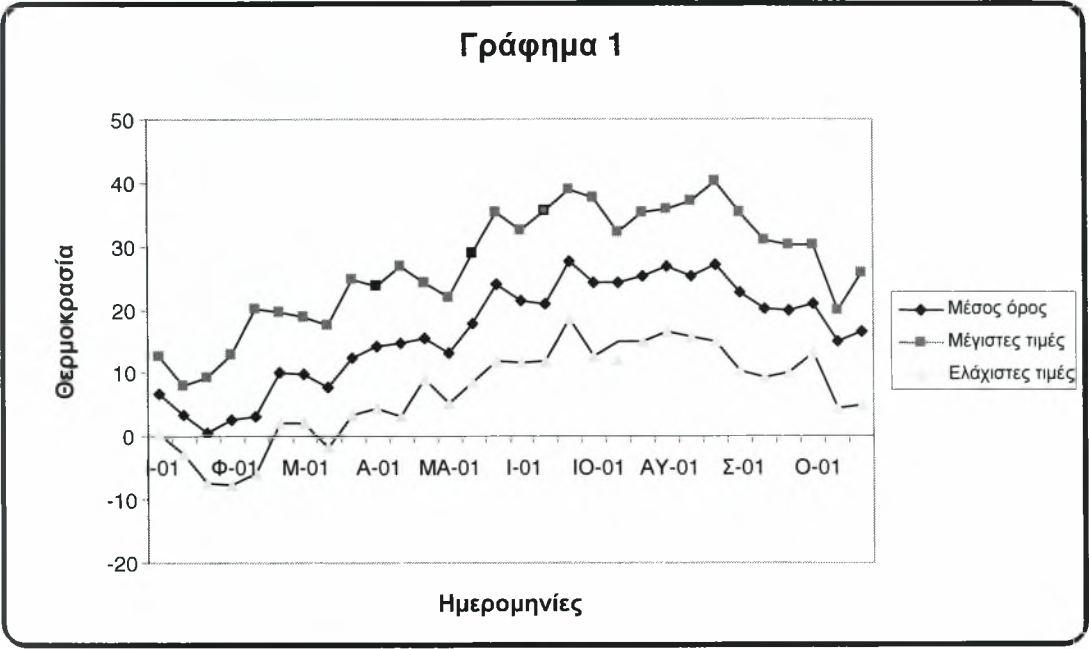
2.7 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων (ANOVA) έγινε χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο GenStat, Version 7.1. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το τετράγωνο της τυπικής απόκλισης (ANOVA). Ο πλήρως τυχαioποιημένος σχεδιασμός με συγκροτήματα (RCD-Randomized Completely Design) χρησιμοποιήθηκε και στα δύο πειράματα, τα έτη 2006 και 2007.

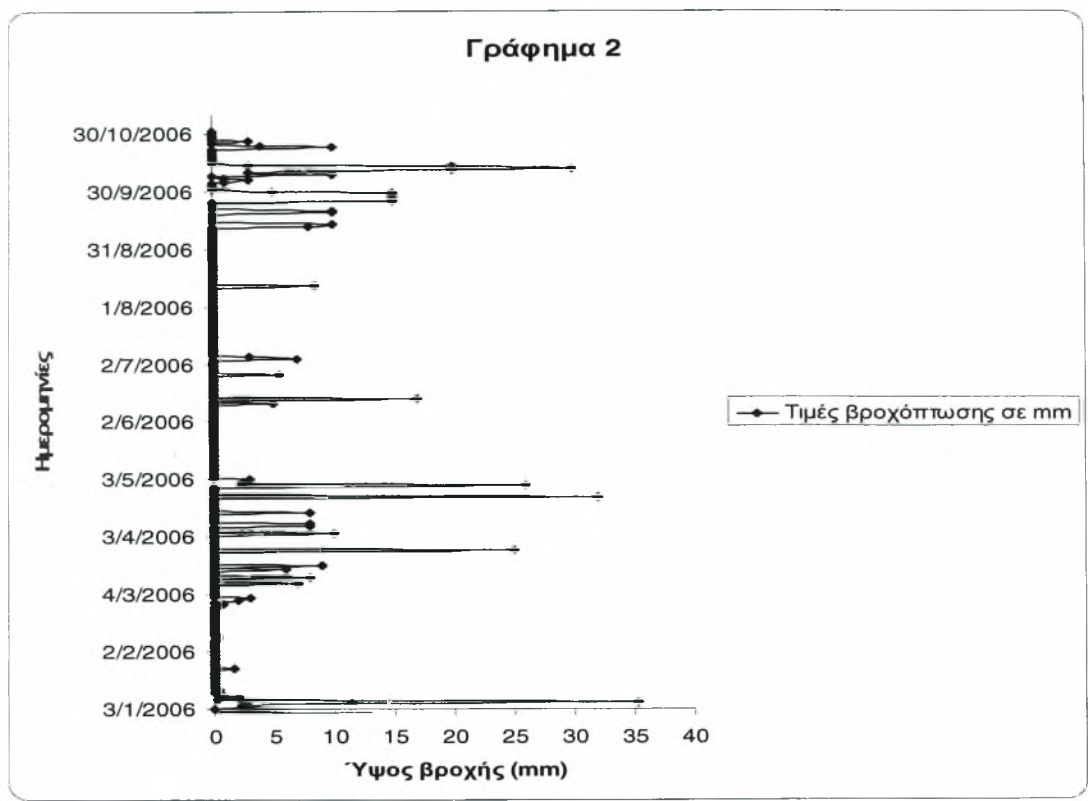
2.8 Κλιματικές συνθήκες

Γενικά, η τοποθεσία της μελέτης χαρακτηρίζεται από ένα τυπικό Μεσογειακό κλίμα με ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και δροσερούς, υγρούς χειμώνες. Το Σχήμα 3 παρέχει τη μέση θερμοκρασία στον Παλαμά (30 έτη), σε σύγκριση με τη μέση θερμοκρασία αέρος το 2006 - 2007. Τα καλοκαίρια (2006 - 2007) χαρακτηρίζονται ως δροσερά και υγρά, με σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και ισχυρές και περιοδικές βροχοπτώσεις (τα δεδομένα δεν παρέχονται) καθ' όλη τη διάρκεια της εποχής της ανάπτυξης. Το Σχήμα 4 απεικονίζει την ταχύτητα του ανέμου (επάνω διάγραμμα), τη σχετική υγρασία (δεύτερη γραφική παράσταση), την θερμοκρασία αέρα (τρίτη γραφική παράσταση) και την ολική ακτινοβολία και τις ώρες ηλιοφάνειας (στο κάτω διάγραμμα), όπως καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό στην τοποθεσία μελέτης, τα έτη 2006 και 2007. Κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, η μέση ταχύτητα του ανέμου ήταν περίπου 1.52 m s^{-1} , η σχετική υγρασία 60.5%, η θερμοκρασία του αέρα $24.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ και η ολική ακτινοβολία 517 W m^{-2} (Σχήμα 4). Η βροχόπτωση ήταν 300-350 mm. Ο Ιούνιος, ο Σεπτέμβριος και ο Οκτώβριος ήταν οι πιο υγρές περίοδοι. Η σπορά καθυστέρησε μέχρι την 18^η Μαΐου, λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που υπήρχαν στην τοποθεσία μελέτης (Σχήμα 3). Από εκεί και πέρα, οι θερμοκρασίες αυξήθηκαν, φθάνοντας τα συνηθισμένα για αυτή την περιοχή επίπεδα, αλλά από τον Ιούνιο μέχρι το τέλος Αυγούστου, η θερμοκρασία του αέρα διατηρήθηκε 3-4 $^{\circ}\text{C}$ κάτω από την κλιματική τιμή της. Αυτό συνέβη λόγω των συχνών βροχοπτώσεων που υπήρχαν στην τοποθεσία της μελέτης. Η θερμοκρασία είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επιδρά στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών. Ως πρώτη παρατήρηση, οι χαμηλές θερμοκρασίες (ημέρα και νύκτα) θα μπορούσαν να έχουν σημαντική επίδραση στην μιτοχονδριακή αναπνοή, που αντιστοιχεί σε χαμηλότερες απώλειες άνθρακα.

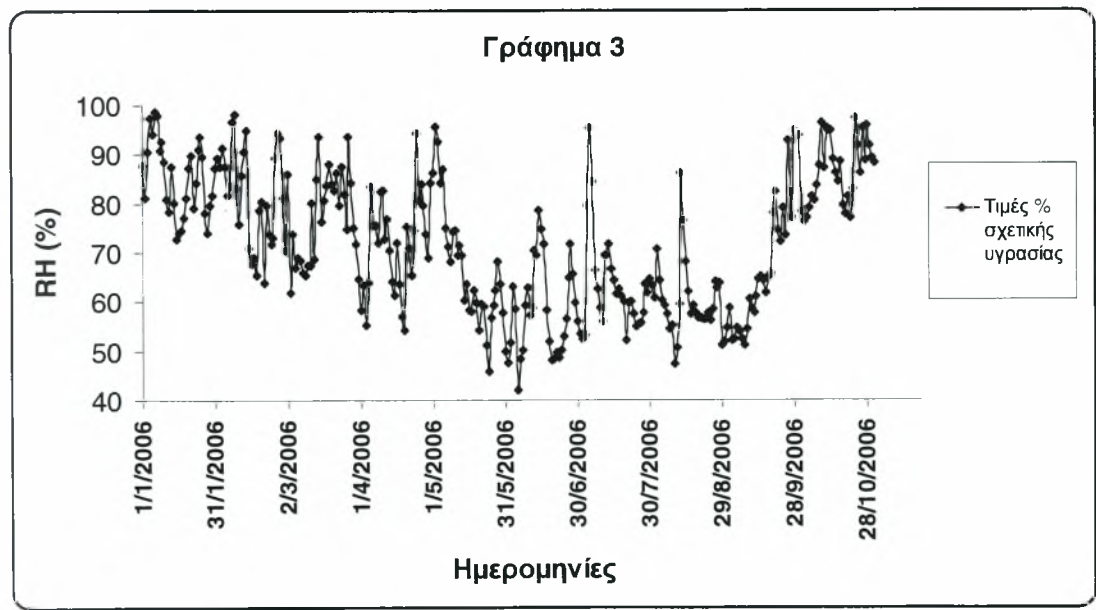
2006



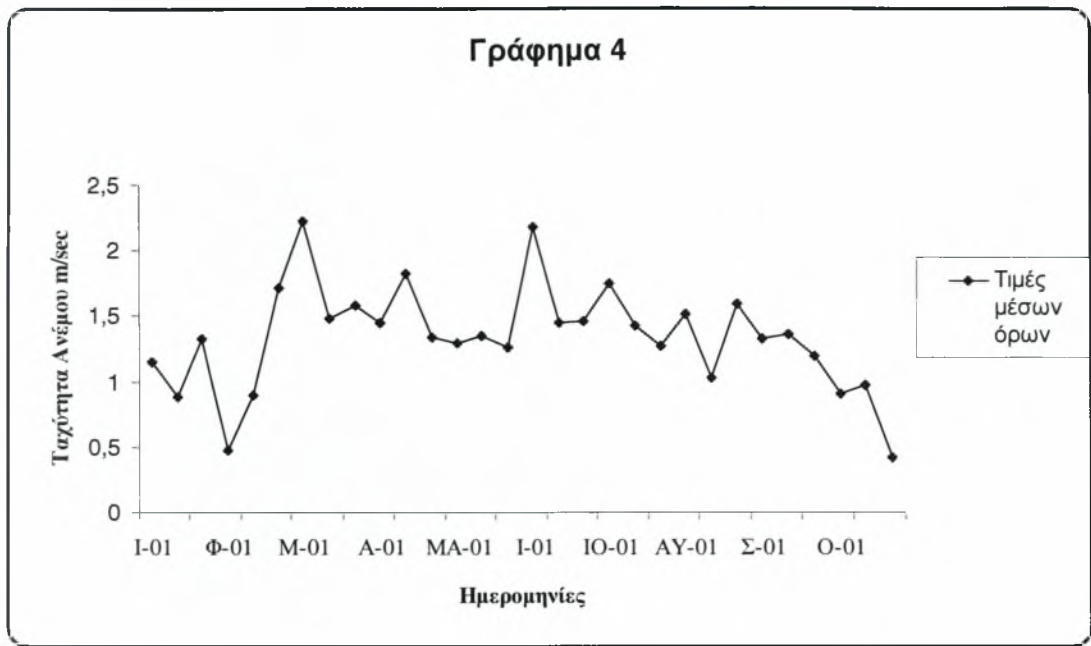
Γράφημα 1. Απεικόνιση τιμών θερμοκρασιών ανά 10 ημέρες (μέσος όρος, μεγίστων και ελαχίστων) για το έτος 2006.



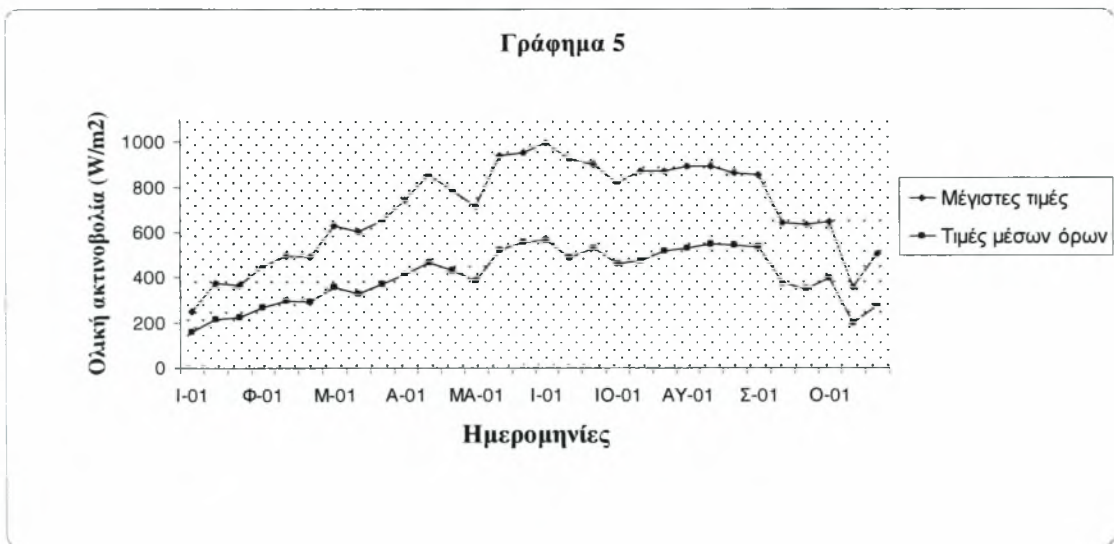
Γράφημα 2. Βροχομετρικό διάγραμμα για το έτος 2006.



Γράφημα 3. Απεικόνιση ποσοστών % της ημερήσιας σχετικής υγρασίας για το έτος 2006.



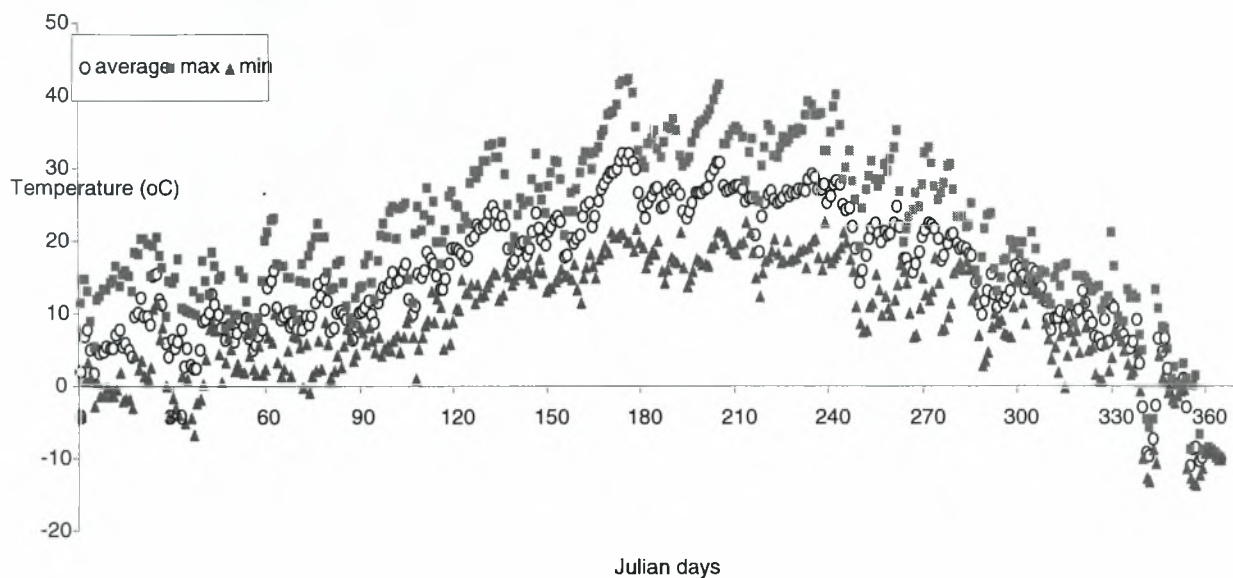
Γράφημα 4. Ταχύτητα του ανέμου ανά δέκα ημέρες για το έτος 2006(m/s).



Γράφημα 5. Μέγιστες τιμές και των μέσοι όροι των ημερησίων τιμών της ολικής ακτινοβολίας ανά δεκαήμερο για το έτος 2006.

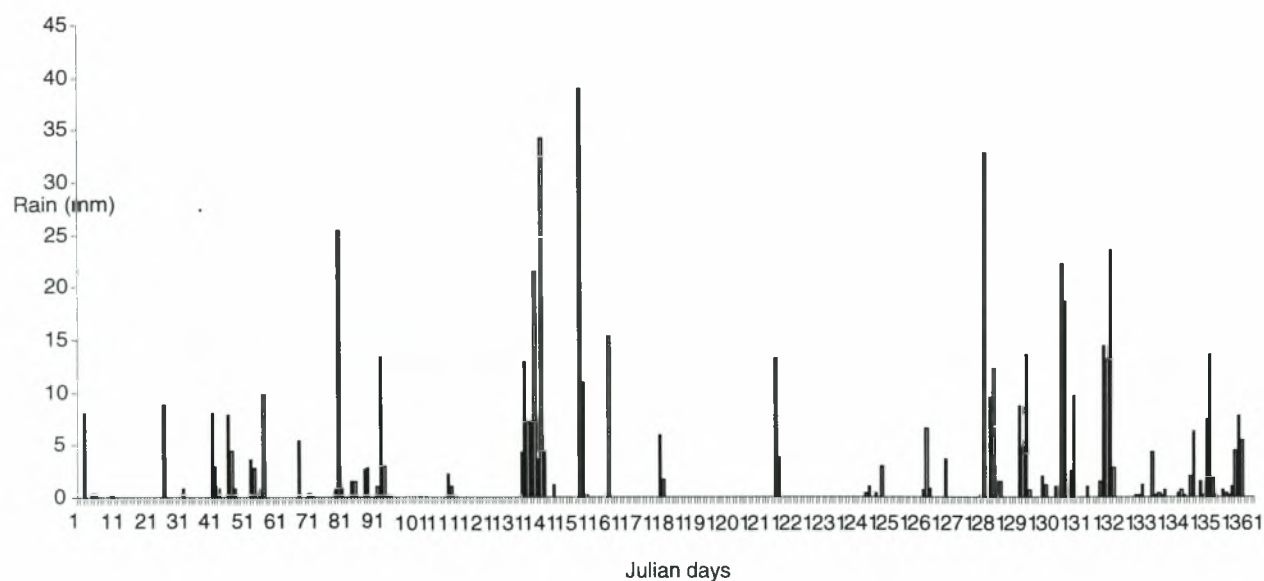
2007

Γράφημα 1.



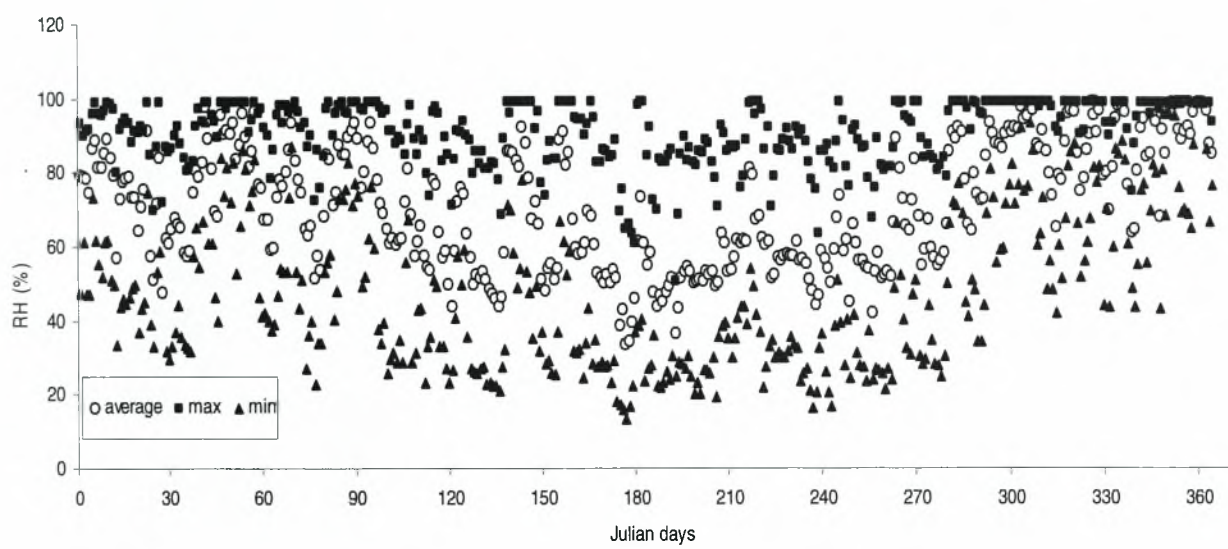
Απεικόνιση μέγιστης και ελάχιστης τιμής θερμοκρασίας, ημερησίως ,για το έτος 2007.

Γράφημα 2.



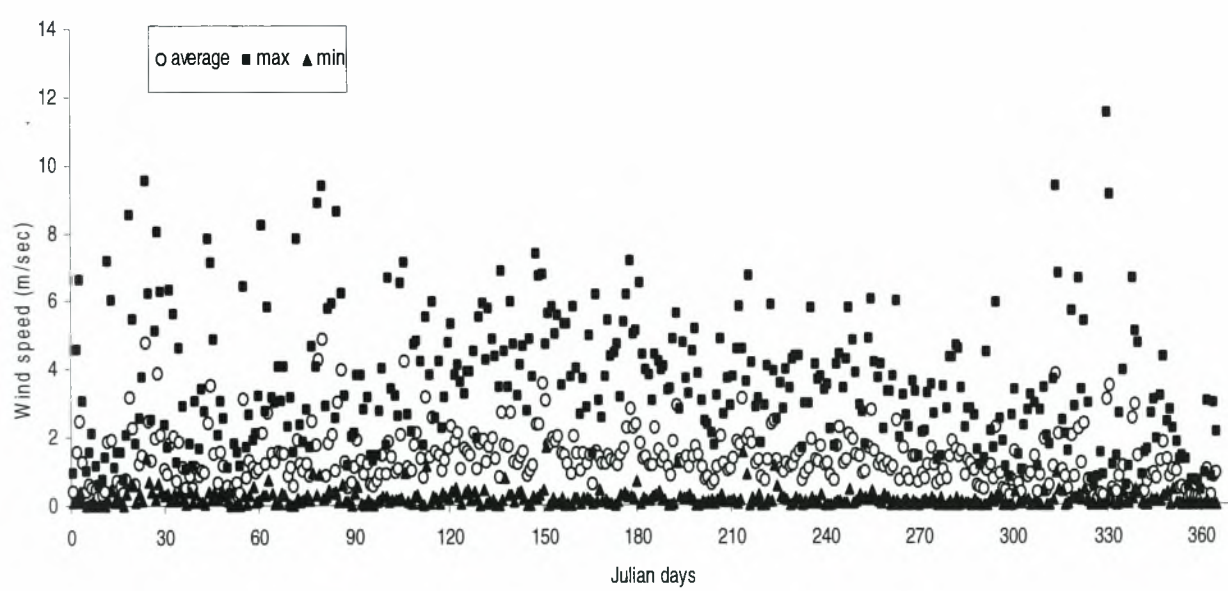
Βροχομετρικό διάγραμμα για το έτος 2007.

Γράφημα 3.



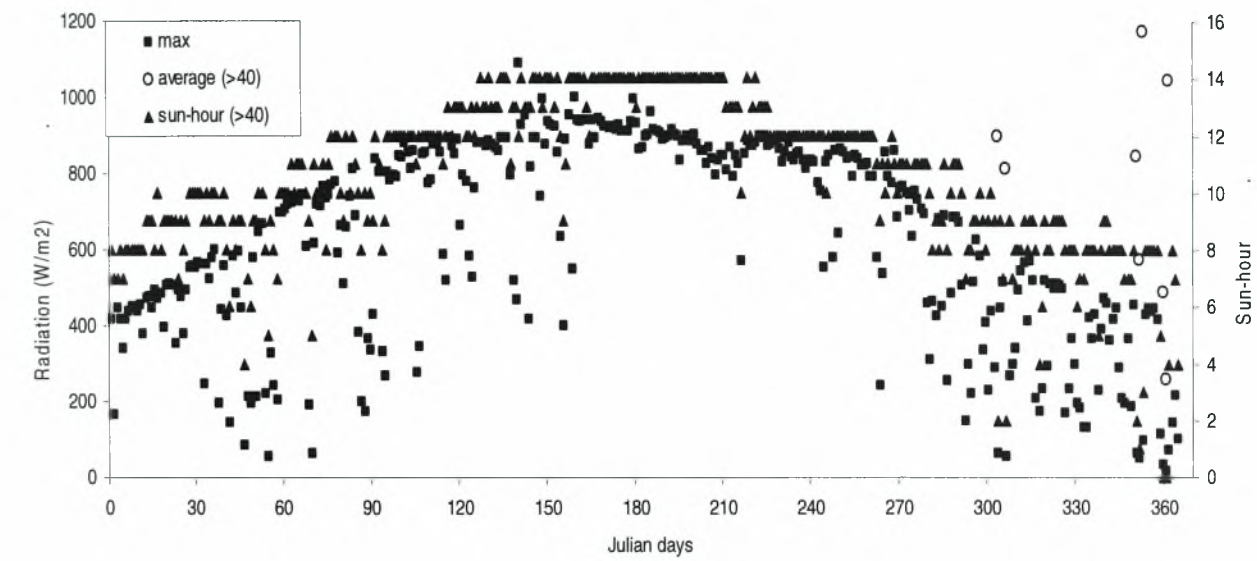
Απεικόνιση ποσοστών της ημερήσιας σχετικής υγρασίας για το έτος 2007(%).

Γράφημα 4.



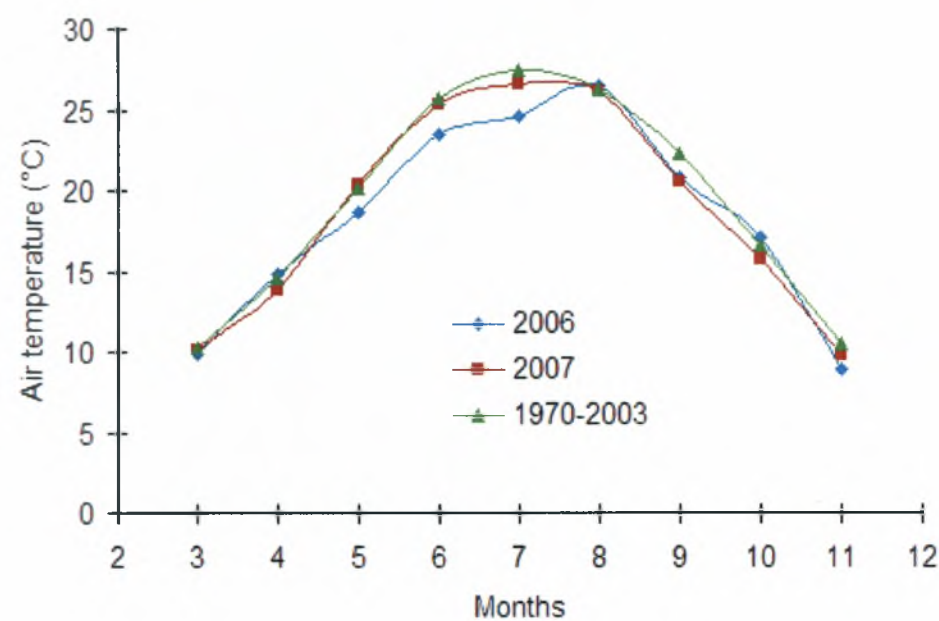
Απεικόνιση των ημερησίων τιμών της ταχύτητας του ανέμου για το έτος 2007.

Γράφημα 5.

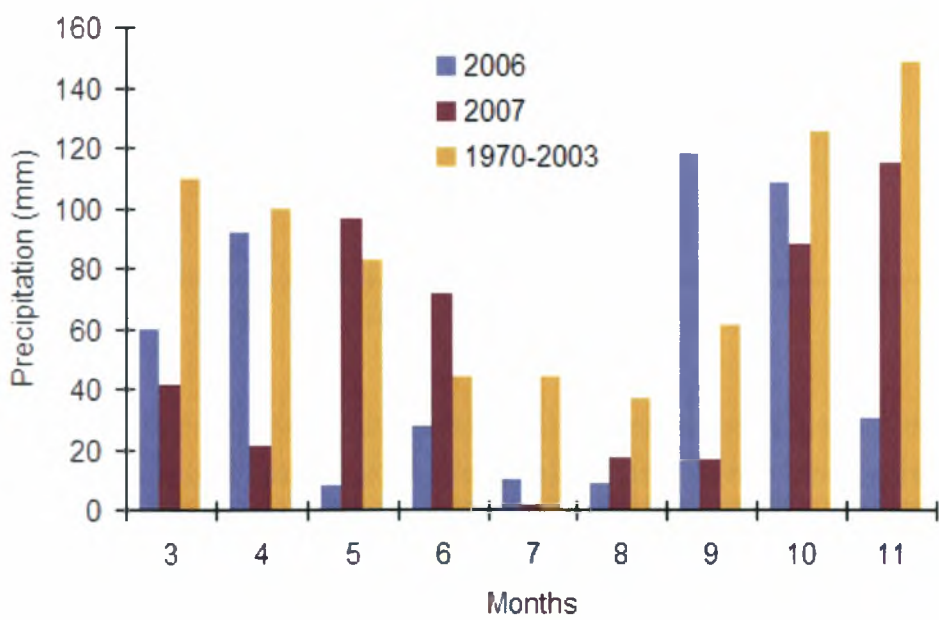


Μέγιστες τιμές και των μέσοι όροι της ολικής ακτινοβολίας για το έτος 2007.

Μέση μηνιαία θερμοκρασία το 2006 και το 2007

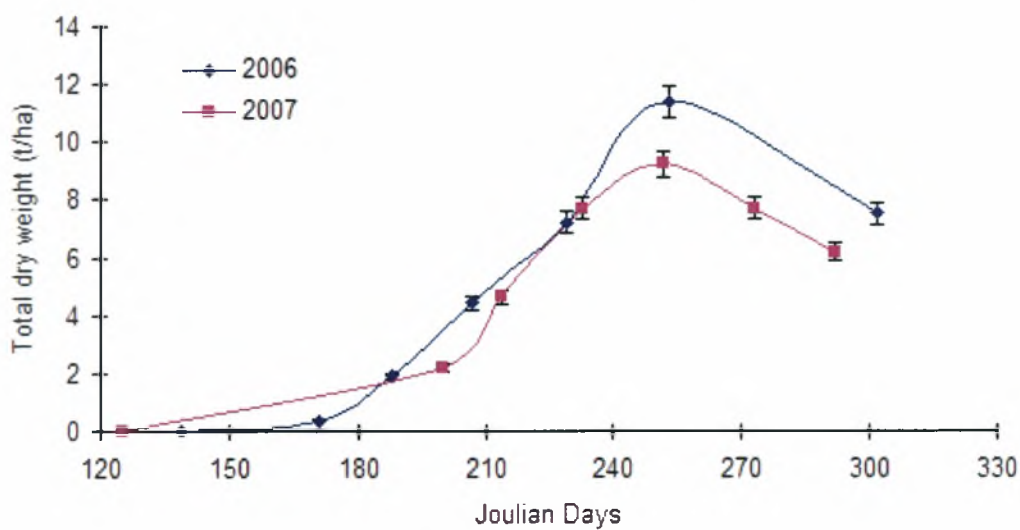


Σχήμα 1. Μέση μηνιαία θερμοκρασία το 2006 και το 2007 σε σύγκριση με την μέση κλιματική τιμή των τελευταίων 30 ετών στην περιοχή του Παλαμά. Δεδομένα μέσης κλιματικής τιμής είναι ο μέσος όρος από Τρίκαλα και Λάρισα (πηγή: ΕΜΥ).



Σχήμα 2. Αθροιστική μηνιαία βροχόπτωση το 2006 και το 2007 σε σύγκριση με την μέση κλιματική τιμή των τελευταίων 30 ετών στην περιοχή του Παλαμά. Δεδομένα μέσης κλιματικής τιμής είναι ο μέσος όρος από Τρίκαλα και Λάρισα (πηγή: ΕΜΥ).

Πινάκας Χ. Κλιματικοί παράμετροι τους καλοκαιρινούς μήνες στον Παλαμά-Καρδίτσας το 2006 και το 2007.			
Παράμετροι / Μήνες	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
Ημερήσια θερμοκρασία 2006 (μέσος όρος σε °C)	26.94	27.95	30.31
Ημερήσια θερμοκρασία 2007 (μέσος όρος σε °C)	29.02	30.50	30.08
Νυχτερινή θερμοκρασία 2006 (μέσος όρος σε °C)	19.76	21.26	22.57
Νυχτερινή θερμοκρασία 2007 (μέσος όρος σε °C)	21.27	22.02	22.13
Σχετική υγρασία 2006 (μέσος όρος σε %)	58	63	60
Σχετική υγρασία 2007 (μέσος όρος σε %)	57	52	58
Ταχύτητα ανέμου 2006 (μέσος όρος σε m/s)	1.70	1.48	1.39
Ταχύτητα ανέμου 2007 (μέσος όρος σε m/s)	1.57	1.34	1.39
Αθροιστική ηλιοφάνεια 2006 (MJ m ⁻² month ⁻¹)	796	724	759
Αθροιστική ηλιοφάνεια 2007 (MJ m ⁻² month ⁻¹)	760	812	722



Σχήμα 3. Αύξηση σε ολική ξηρή βιομάζα (t/ha) της καλλιέργειας βαμβακιού στον Παλαμά – Καρδίτσας το 2006 και το 2007. Τα δεδομένα αποτελούν μέσους όρους όλων των πειραματικών τεμαχίων (± απόκλιση μέσου όρου) για κάθε έτος.

3.Αποτελέσματα

3.1 Βασική λίπανση (Πείραμα Α)

Τα αποτελέσματα για τις αποδόσεις του βαμβακιού (στο χωράφι και ξηρή απόδοση), την απόδοση ξηρού στελέχους, νωπής και ξηράς βιομάζας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 και στο Σχήμα 9. Αν και παρατηρήθηκαν κάποιες διαφορές ανάμεσα στις υπό μελέτη αγωγές θρεπτικών συστατικών, αυτές δεν φάνηκαν να είναι στατιστικά σημαντικές ($P > 0.05$). Η τελική απόδοση βαμβακιού στο χωράφι ήταν 4.57 t ha^{-1} (μέση τιμή) με 17.6% υγρασία. Αν διαχωρίσουμε αυτή τη μέση τιμή για τα δυο υπό μελέτη λιπάσματα, είναι εμφανές ότι η απόδοση βαμβακιού (στο χωράφι) ήταν 300 kg ha^{-1} υψηλότερη για τα λιπάσματα COMPO. Αυτό γίνεται εμφανέστερο από το Σχήμα 9, όπου παρατηρήθηκε μικρής έκτασης ανωτερότητα των λιπασμάτων COMPO σε όλα τα N-επίπεδα. Αυτή την περίοδο (τέλος Οκτωβρίου), το βαμβάκι αντιπροσωπεύει το 50% της ολικής απόδοσης ξηράς βιομάζας. Η υγρασία ολόκληρου του φυτού είναι περίπου 45%.

Πινάκας 2: Αγρονομικά δεδομένα τελικής κοπής με βασική λίπανση το 2006

Μεταχειρίσεις	Ολικό χλωρό βάρος (t ha^{-1})	Ολικό ξηρό βάρος (t ha^{-1})	Απόδοση Βαμβακιού (με υγρασία) (t ha^{-1})	Ποσοστό Υγρασίας βαμβακιού (%)	Απόδοση Βαμβακιού (με 0% υγρασία) (t ha^{-1})	Ξηρό Βάρος στελεχών (t ha^{-1})
1	13.23	6.85	4.00	12.5	3.40	3.45
2	12.13	7.29	4.41	22.9	3.38	3.90
3	13.73	7.24	4.61	19.4	3.69	3.55
4	14.42	7.98	4.61	15.6	3.90	4.08
5	12.80	7.26	4.52	20.4	3.60	3.66
6	13.95	7.99	4.96	18.3	4.05	3.94
7	14.05	8.00	4.74	15.1	4.02	3.98
8	11.76	7.54	4.74	16.3	3.94	3.59
Μέσος όρος	13.26	7.52	4.57	17.6	3.75	3.77
P	0.538	0.727	0.582	0.588	0.475	0.936
$\text{LSD}_{0.05}$	—	—	—	—	—	—
CV (%)	15.3	14.5	13.7	35.5	14.5	21.9

* Μεταχειρίσεις 1–4 αναφέρονται στα παραδοσιακά λιπάσματα και μεταχειρίσεις 5–8 στα λιπάσματα compro. Επεξήγηση: 1= 0, 2= 40, 3= 80, 4= 120, 5=0, 6=40, 7=80, 8=120 kg ha⁻¹

Από τη μελέτη του ανωτέρω πίνακα προκύπτουν τα εξής:

- Οι τιμές του ολικού χλωρού βάρους κυμάνθηκαν από 12.13 t ha⁻¹ έως 14.42 t ha⁻¹ για τις μεταχειρίσεις με τα παραδοσιακά λιπάσματα. Με τη χρήση των λιπασμάτων compro οι τιμές του ολικού χλωρού βάρους είναι υψηλότερες και κυμάνθηκαν από 11.76 t ha⁻¹ έως 14.05 t ha⁻¹ σε μέσες τιμές. Η υψηλότερη τιμή παρουσιάζεται στη μεταχείριση 4.
- Οι τιμές του ολικού ξηρού βάρους κυμάνθηκαν από 6.85 t ha⁻¹ έως 7.98 t ha⁻¹ για τις μεταχειρίσεις με τα παραδοσιακά λιπάσματα. Με τη χρήση των λιπασμάτων compro οι τιμές του ολικού ξηρού βάρους είναι υψηλότερες και κυμάνθηκαν από 7.26 t ha⁻¹ έως 8 t ha⁻¹ σε μέσες τιμές. Η υψηλότερη τιμή παρουσιάζεται στη μεταχείριση 7.
- Η υψηλότερη τιμή απόδοσης του βαμβακιού (με υγρασία) παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 6 με 4.96t ha⁻¹.
- Το ίδιο αποτέλεσμα παρατηρήθηκε και στην τιμή απόδοσης χωρίς υγρασία.
- Το υψηλότερο βάρος ξηρού στελέχους παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 4.
- Από τα ανωτέρω παρατηρείται ότι τα λιπάσματα compro οδήγησαν την καλλιέργεια του βαμβακιού σε υψηλότερες αποδόσεις (χλωρή και ξηρή μάζα) ανεξάρτητα της παραμέτρου της υγρασίας για το έτος 2006.

Πινάκας 3: Αγρονομικά δεδομένα τελικής κοπής με βασική λίπανση το 2007

Μεταχειρίσεις	Ολικό χλωρό βάρος (t ha ⁻¹)	Ολικό ξηρό βάρος (t ha ⁻¹)	Απόδοση Βαμβακιού (με υγρασία) (t ha ⁻¹)	Ποσοστό Υγρασίας βαμβακιού (%)	Απόδοση Βαμβακιού (με 0% υγρασία) (t ha ⁻¹)	Ξηρό Βάρος στελεχών (t ha ⁻¹)
1	7.8	5.49	2.99	11.7	2.62	2.84
2	8.05	5.61	3.22	11.15	2.85	2.76
3	8.13	5.88	3.37	11.48	3.0	2.88
4	9.23	6.8	4.14	11.05	3.68	3.12
5	8.24	6.07	3.7	11.65	2.72	3.35
6	8.5	6.43	3.61	11.96	3.18	3.25
7	9.97	7.18	4.19	11.06	3.72	3.46
8	8.6	6.23	3.79	11.87	3.34	2.89
Μέσος όρος	8.61	6.21	3.55	11.49	3.15	3.07
P	0.535	0.615	0.225	0.999	0.265	0.741
LSD _{0.05}	—	—	—	—	—	—
CV (%)	7.2	21.1	21.3	21.9	22.2	22.1

* Μεταχειρίσεις 1–4 αναφέρονται στα παραδοσιακά λιπάσματα και μεταχειρίσεις 5–8 στα λιπάσματα compro. Επεξήγηση: 1= 0, 2= 40, 3= 80, 4= 120, 5=0, 6=40, 7=80, 8=120 kg ha⁻¹

Από τη μελέτη του ανωτέρω πίνακα προκύπτουν τα εξής:

- Οι τιμές του ολικού χλωρού βάρους κυμάνθηκαν από 7.8 t ha⁻¹ έως 9.23 t ha⁻¹ για τις μεταχειρίσεις με τα παραδοσιακά λιπάσματα. Με τη χρήση των λιπασμάτων compro οι τιμές του ολικού χλωρού βάρους είναι υψηλότερες και κυμάνθηκαν από 8.24 t ha⁻¹ έως 9.97 t ha⁻¹ σε μέσες τιμές. Η υψηλότερη τιμή παρουσιάζεται στη μεταχείριση 7.
- Οι τιμές του ολικού ξηρού βάρους κυμάνθηκαν από 5.49 t ha⁻¹ έως 6.8 t ha⁻¹ για τις μεταχειρίσεις με τα παραδοσιακά λιπάσματα. Με τη χρήση των λιπασμάτων compro οι τιμές του ολικού ξηρού βάρους είναι υψηλότερες και κυμάνθηκαν από 6.07 t ha⁻¹ έως 7.18 t ha⁻¹ σε μέσες τιμές. Η υψηλότερη τιμή παρουσιάζεται στη μεταχείριση 7.
- Η υψηλότερη τιμή απόδοσης του βαμβακιού (με υγρασία) παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 7 με 4.19t ha⁻¹.

- Η υψηλότερη τιμή απόδοσης χωρίς υγρασία παρατηρήθηκε επίσης στη μεταχείριση 7.
- Το υψηλότερο βάρος ξηρού στελέχους παρατηρήθηκε στη μεταχείριση 7.
- Από τα ανωτέρω παρατηρείται ότι τα λιπάσματα συμπο οδήγησαν την καλλιέργεια του βαμβακιού σε υψηλότερες αποδόσεις (χλωρή και ξηρή μάζα) ανεξάρτητα της παραμέτρου της υγρασίας για το έτος 2007.

3.2 Επιφανειακή λίπανση (Πείραμα Β)

Τα αποτελέσματα για τις αποδόσεις του βαμβακιού (στο χωράφι και ξηρή απόδοση), την απόδοση ξηρού στελέχους, νωπής και ξηράς βιομάζας παρουσιάζονται στον Πίνακα 4 ενώ στο Σχήμα 10, παρέχεται μια πιο λεπτομερής περιγραφή της επίδρασης κάθε επιπέδου από κάθε τύπο στις αποδόσεις του βαμβακιού. Δεν παρατηρήθηκε καμιά αλληλεπίδραση ανάμεσα στους γενοτύπους \times N-επίπεδο και \times N-τύπους ($P > 0.05$). Έτσι, τα πειραματικά αποτελέσματα παρέχονται στον παρακάτω Πίνακα 4 για κάθε παράγοντα της μελέτης. Δεν ευρέθηκαν διαφορές ανάμεσα στους δυο γενοτύπους ($P = 0.845$) σε όλα τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά (Πίνακας 4). Σχετικά με την επίδραση του N-επιπέδου, παρατηρήθηκε μια τάση στις παρατηρούμενες αποδόσεις βαμβακιού με επίπεδα εφαρμογής αζώτου των $40-120 \text{ kg ha}^{-1}$ να παρουσιάζουν υψηλότερες αποδόσεις από τα φυτά χωρίς λίπασμα, αλλά αυτή η τάση δεν είναι στατιστικά σημαντική ($P = 0.215$). Τελικά η μικρής έκτασης διαφορά ανάμεσα στους τύπους λίπανσης δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($P = 0.704$). Με παρόμοιο τρόπο με το προηγούμενο πείραμα, η απόδοση ξηρού βαμβακιού αποτελεί το 50% της ολικής απόδοσης ξηράς βιομάζας στα τέλη Οκτωβρίου, ενώ η υγρασία ολόκληρου του φυτού είναι περίπου 47%.

Πινάκας 4: Αγρονομικά δεδομένα τελικής κοπής με επιφανειακή λίπανση το 2006

Μεταχειρίσεις	Ολικό χλωρό βάρος (t ha ⁻¹)	Ολικό ξηρό βάρος (t ha ⁻¹)	Απόδοση Βαμβακιού (με υγρασία) (t ha ⁻¹)	Ποσοστό Υγρασίας βαμβακιού (%)	Απόδοση Βαμβακιού (με 0% υγρασία) (t ha ⁻¹)	Ξηρό Βάρος στελεχών (t ha ⁻¹)
Ποικιλία						
Celia	15.31	7.9	4.94	20.6	3.93	3.85
Fantom	14.16	7.64	4.89	21.7	3.83	3.75
<i>P</i>	0.350	0.524	0.845	0.482	0.590	0.670
LSD _{0.05}	–	–	–	–	–	–
N-λίπανση						
0	13.16	7.59	4.58	19.5	3.70	3.84
4	14.86	7.89	5.02	22.8	3.90	3.95
8	15.37	7.79	5.13	22.9	3.95	3.73
12	15.10	7.79	4.94	19.6	3.97	3.68
<i>P</i>	0.305	0.951	0.215	0.281	0.685	0.866
LSD _{0.05}	–	–	–	–	–	–
Τύπος λιπάσματος						
33–0–0	14.90	7.78	4.89	22.1	3.82	3.87
46–0–0	14.57	7.76	4.95	20.3	3.94	3.74
<i>P</i>	0.633	0.956	0.704	0.234	0.482	0.499
LSD _{0.05}	–	–	–	–	–	–
Μέσος όρος	14.68	7.77	4.92	21.2	3.88	3.80
CV (%)	18.19	16.70	12.90	7.50	17.5	20.0

Από τη μελέτη του πίνακα 4 προκύπτουν τα εξής:

- Η ποικιλία Celia είναι πιο παραγωγική, αντιδρά καλύτερα στην επιφανειακή λίπανση, με μικρές διαφορές σε σχέση με την ποικιλία Fantom.

Πινάκας 5: Αγρονομικά δεδομένα τελικής κοπής με επιφανειακή λίπανση το 2007

Μεταχειρίσεις	Ολικό χλωρό βάρος (t ha ⁻¹)	Ολικό ξηρό βάρος (t ha ⁻¹)	Απόδοση Βαμβακιού (με υγρασία) (t ha ⁻¹)	Ποσοστό Υγρασίας βαμβακιού (%)	Απόδοση Βαμβακιού (με 0% υγρασία) (t ha ⁻¹)	Ξηρό Βάρος στελεχών (t ha ⁻¹)
Ποικιλία						
Celia	10.81	7.43	3.89	12.28	3.42	4.0
Fantom	9.51	6.74	3.52	12.33	3.02	3.65
<i>P</i>	0.058	0.08	0.058	0.893	0.109	0.058
LSD _{0.05}	–	–	–	–	–	–
N-λίπανση						
0	9.35	6.53	3.15	12.65	2.75	3.77
4	10.55	7.53	3.82	11.74	3.37	4.16
8	10.31	7.22	3.93	12.32	3.48	3.73
12	10.42	7.05	3.83	12.51	3.41	3.63
<i>P</i>	0.095	0.084	<0.001	0.688	0.001	0.319
LSD _{0.05}	–	–	0.377	–	0.351	–
Τύπος λιπάσματος						
33–0–0	9.59	6.79	3.58	12.18	3.14	3.65
46–0–0	10.72	7.37	3.84	12.43	3.16	4.0
<i>P</i>	0.017	0.088	0.12	0.701	0.142	0.143
LSD _{0.05}	0.0912	–	–	–	–	–
Μέσος όρος	10.16	7.08	3.71	12.31	3.25	3.83
CV (%)	11.4	18.3	17.6	21	17.8	24.5

Από τη μελέτη του πίνακα 5 προκύπτουν τα εξής:

- Η ποικιλία Celia είναι πιο παραγωγική, αντιδρά καλύτερα στην επιφανειακή λίπανση, με μικρές διαφορές σε σχέση με την ποικιλία Fantom.

Βιβλιογραφία

- Δαναλάτος, 2005
- cf. BBCH code, Meier, 2001
- Meier U, 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants BBCH Monograph. 2nd edition, 158 pp.
- Χρηστίδης 1965, Δαναλάτος, 2005
- Μήτσιος, 2004
- Δαναλάτος, Δημοσίευτα αποτελέσματα
- Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008
- Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008. Οδηγός καλλιεργητικών φροντίδων αγριοαγκινάρας, ηλίανθου και σόργου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Ε.Μ.Υ
- Μπαρτζιάλης, 2004. Εκμηχανισμένη καλλιέργεια βαμβακιού σε στενές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς.
- Danalatos and Archontoulis 2006. Cotton yields as affected by different types and levels of fertilization in Palamas.
- Danalatos and Archontoulis 2007. Cotton yields as affected by different types and levels of fertilization in Palamas.

Βιβλιογραφία

- Δαναλάτος, Ν., 2005 , Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Γενικής Γεωργίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Δαναλάτος Ν. 2005. Πανεπιστημιακές σημειώσεις στο μάθημα της Ειδικής Γεωργίας , Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Meier U, 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants BBCH Monograph. 2nd edition, 158 pp.
- Μήτσιος, Ι., 2001. Εδαφολογία. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα, σελ. 331.
- Μήτσιος Ι. 1999. Γονιμότητα-Θρέψη Εδαφών Εκδόσεις Zymel, Αθήνα, σελίδες 570.
- Δαναλάτος, Ν. και Σ. Αρχοντούλης, 2008. Οδηγός Καλλιεργητικών Φροντίδων Αγριοαγκινάρας, Ηλίανθου και Σόργου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 69.
- Ε.Μ.Υ (<http://www.hnms.gr/hnms/greek/index.html>)
- Μπαρτζιάλης, 2004. Εκμηχανισμένη καλλιέργεια βαμβακιού σε στενές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς. Διδακτορική Διατριβή Π.Θ., Βόλος, σελ. 101.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Εικόνες κατά την διάρκεια του πειράματος

1.Α)



Β) Κοπή δειγμάτων βαμβακιού



2. Κοπή δειγμάτων βαμβακιού



3. Κατάταξη σε στοίβες



4. Πανοραμική άποψη της κατάταξης



5. Ζύγισμα του δείγματος



6. Τοποθέτηση δειγμάτων σε πλαστικές σακούλες Α)



B)



7.Μεταφορά δειγμάτων στο εργαστήριο



8. Τοποθέτηση του δείγματος στον εργαστηριακό πάγκο



9. Ζύγισμα, με ζυγαρία ακριβείας του βλαστού



10. Συλλογή βαμβακιού



11. Τοποθέτηση του σε χάρτινες σακούλες



